

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-260009

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 11-065698

(71)Applicant : SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1999

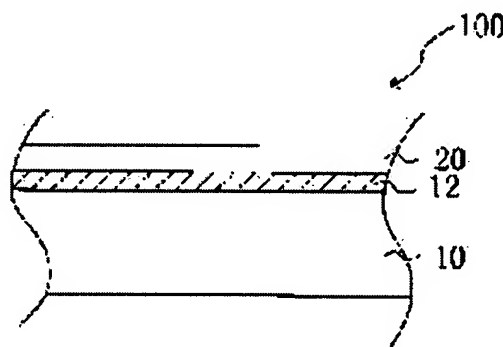
(72)Inventor : OKAMOTO NAOYUKI

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD, SUBSTRATE FOR THE SAME AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for efficiently producing a substrate for a thin film magnetic head having high reliability because of satisfactory adhesion strength of an alumina-titanium carbide substrate and an aluminum oxide layer.

SOLUTION: The substrate 100 for a thin film magnetic head has an alumina- titanium carbide substrate 10 and an aluminum oxide layer 20 formed on the surface of the alumina-titanium carbide substrate 10. The alumina-titanium carbide substrate 10 has a surface-modified layer 12 containing aluminum titanate on the aluminum oxide layer side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3357313

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

04.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-260009

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

---

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

---

(21)Application number : 11-065698 (71)Applicant : SUMITOMO SPECIAL  
METALS CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1999 (72)Inventor : OKAMOTO NAOYUKI

---

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD, SUBSTRATE FOR THE SAME AND ITS  
PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for efficiently producing a substrate for a thin film magnetic head having high reliability because of satisfactory adhesion strength of an alumina-titanium carbide substrate and an aluminum oxide layer.

SOLUTION: The substrate 100 for a thin film magnetic head has an alumina-titanium carbide substrate 10 and an aluminum oxide layer 20 formed on the surface of the alumina-titanium carbide substrate 10. The alumina-titanium carbide substrate 10 has a surface-modified layer 12 containing aluminum titanate on the aluminum oxide layer side.

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3357313

[Date of registration] 04.10.2002

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the substrate for the thin film magnetic heads with which it is the  
substrate for the thin film magnetic heads which has an alumina titanium carbide

substrate and the aluminum oxide layer formed on the front face of said alumina titanium carbide substrate, said alumina titanium carbide substrate has a surface treatment layer in said aluminum oxide layer side, and said surface treatment layer contains aluminum titanate.

[Claim 2] The part which constitutes said a part of surface treatment layer among the alumina particles contained in said alumina titanium carbide substrate is a substrate for the thin film magnetic heads containing alpha-aluminum  $2O_3$ , aluminum $2TiO_5$ , and aluminum $2Ti_7O_{15}$  according to claim 1.

[Claim 3] the part which constitutes said a part of surface treatment layer among the titanium carbide particles contained in said alumina titanium carbide substrate -- a cubic -- the thin film magnetic-head substrate containing  $TiC$ , aluminum $2TiO_5$ , and aluminum $2Ti_7O_{15}$  according to claim 1 or 2.

[Claim 4] Center line average-of-roughness-height  $R_a$  of the front face of said surface treatment layer is a substrate for the thin film magnetic heads given in any of claims 1-3 which are less than 10nm they are.

[Claim 5] The thickness of said surface treatment layer is a substrate for the thin film magnetic heads given in any of claims 1-4 which are within the limits of 5nm or more 500nm or less they are.

[Claim 6] The thin film magnetic head equipped with the substrate for the thin film magnetic heads given in any of claims 1-5 they are, and the magnetic cell formed on said substrate for the thin film magnetic heads.

[Claim 7] The process which is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads of having an alumina titanium carbide substrate and the aluminum oxide layer formed on the front face of said alumina titanium carbide substrate, and prepares an alumina titanium carbide substrate, In the ambient atmosphere which contains inert gas at least, by the reverse sputtering method The manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads which includes the process which reforms the front face of said alumina titanium carbide substrate in the layer containing aluminum titanate, and the process which deposits an aluminum-oxide layer on the layer which contains said

aluminum titanate after said surface treatment process.

[Claim 8] Said surface treatment process is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads according to claim 7 which is the process which reforms the front face of said alumina titanium carbide substrate in the layer containing aluminum titanate while etching the front face of said alumina titanium carbide substrate.

[Claim 9] The thickness of the layer containing the aluminum titanate formed in said surface treatment process is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads which is within the limits of 5nm or more 500nm or less.

[Claim 10] The thickness into which the front face of said alumina titanium carbide substrate is etched in said surface treatment process is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads according to claim 8 or 9 which is less than 10nm.

[Claim 11] The ambient atmosphere to which said surface treatment process is carried out is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads given in any of claims 7-10 whose molar fractions of oxygen gas it is the ambient atmosphere of 2mTorr(s) containing argon gas and oxygen gas - 20mTorr, and are 40% or less.

[Claim 12] The manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads given in any of claims 7-11 which include further the process which grinds said alumina titanium carbide substrate before said surface treatment process so that surface center line average-of-roughness-height Ra may be set to 10nm or less they are.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic head and the thin film magnetic heads, and the substrate for the thin film magnetic heads.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the thin film magnetic head is used for various magnetic recording media, such as hard disk drive (HDD) equipments, such as a computer, and floppy (trademark) disk drive (FDD) equipment. The thin film magnetic head is equipped with the magnetic cell (for example, magneto-resistive effect component:MR component) and the recording head section which were formed on the substrate for the thin film magnetic heads, the magnetic-shielding film deposited on the substrate for the thin film magnetic heads, and its magnetic-shielding film. The magnetic-shielding film is formed from soft magnetic materials, such as Co radical amorphous of a Fe-nickel system permalloy, a Co-Nb-Zr system, or a Co-Fe-B-Si system, and a FeAlSi alloy (Sendust (sendust)). What deposited the insulating layer which consists of an aluminum oxide as a substrate for the thin film magnetic heads on the ceramic substrate which consists of an alumina titanium carbide (Al Chick) is used widely.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the adhesion of an alumina titanium-carbide substrate and the aluminum-oxide layer formed on it was bad, and there were problems, like exfoliation arises in the interface of an alumina

titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer at the time of the manufacture process of the thin film magnetic head, a mounting process, or use. Although the approach (for example, JP,2-59604,A) of preparing the middle class between an alumina titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer, and the approach (for example, JP,2-154308,A) of roughening the front face of an alumina titanium carbide substrate are proposed in order to solve this problem, the efficient manufacture approach of manufacturing the substrate for the thin film magnetic heads stuck by reinforcement with alumina titanium-carbide substrate and aluminum-oxide layer high enough and such a substrate has come to be acquired.

[0004] This invention is made in view of these many points, and the main purpose has the adhesion reinforcement of an alumina titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer in offering the approach of manufacturing efficiently a reliable, sufficiently high thin film magnetic-head substrate and such a substrate for the thin film magnetic heads.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The substrate for the thin film magnetic heads of this invention is a substrate for the thin film magnetic heads which has the aluminum oxide layer formed on the front face of an alumina titanium carbide substrate and said alumina titanium carbide substrate, said alumina titanium carbide substrate has a surface treatment layer in said aluminum oxide layer side, and, as for said surface treatment layer, the above-mentioned purpose is attained by that including aluminum titanate.

[0006] As for the part which constitutes said a part of surface treatment layer among the alumina particles contained in said alumina titanium carbide substrate, it is desirable that  $\alpha$ -aluminum  $2O_3$ ,  $aluminum_2TiO_5$ , and  $aluminum_2Ti_7O_{15}$  are included.

[0007] the part which constitutes said a part of surface treatment layer among the titanium carbide particles contained in said alumina titanium carbide substrate -- a cubic -- it is desirable that  $TiC$ ,  $aluminum_2TiO_5$ , and  $aluminum_2Ti_7O_{15}$  are

included.

[0008] As for center line average-of-roughness-height Ra of the front face of said surface treatment layer, it is desirable that it is less than 10nm.

[0009] As for the thickness of said surface treatment layer, it is desirable that it is within the limits of 5nm or more 500nm or less.

[0010] The thin film magnetic head of this invention is equipped with the above-mentioned substrate for the thin film magnetic heads, and the magnetic cell formed on said substrate for the thin film magnetic heads, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0011] The manufacture approach of the thin film magnetic head of this invention  
An alumina titanium carbide substrate, The process which is the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads of having the aluminum oxide layer formed on the front face of said alumina titanium carbide substrate, and prepares an alumina titanium carbide substrate, In the ambient atmosphere which contains inert gas at least, by the reverse sputtering method  
The process which reforms the front face of said alumina titanium carbide substrate in the layer containing aluminum titanate, and the process which deposits an aluminum-oxide layer on the layer which contains said aluminum titanate after said surface treatment process are included, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0012] It is desirable that it is the process which reforms the front face of said alumina titanium carbide substrate in the layer containing aluminum titanate while said surface treatment process etches the front face of said alumina titanium carbide substrate.

[0013] As for the thickness of the layer containing the aluminum titanate formed in said surface treatment process, it is desirable that it is within the limits of 5nm or more 500nm or less.

[0014] As for the thickness into which the front face of said alumina titanium carbide substrate is etched in said surface treatment process, it is desirable that it is less than 10nm.

[0015] As for the ambient atmosphere to which said surface treatment process is carried out, it is desirable that it is the ambient atmosphere of 2mTorr(s) containing argon gas and oxygen gas - 20mTorr (0.27Pa - 2.7Pa), and the molar fraction of oxygen gas is 40% or less.

[0016] It is desirable to include further the process which grinds said alumina titanium carbide substrate so that surface center line average-of-roughness-height Ra may be set to 10nm or less.

[0017]

[Embodiment of the Invention] The invention-in-this-application person was the purpose which improves the adhesion force of an alumina titanium carbide substrate (the Al Chick substrate is called below.) and an aluminum oxide layer, and as a result of examining the structure of the interface of the Al Chick substrate and an aluminum oxide layer in a detail, he found out that the adhesion force could be improved by forming the surface treatment layer containing aluminum titanate in the front face of the Al Chick substrate, and depositing an aluminum oxide layer on this surface treatment layer.

[0018] Hereafter, the operation gestalt of the substrate for the thin film magnetic heads by this invention and its manufacture approach is explained, referring to a drawing.

[0019] Drawing 1 shows typically the cross-section structure of the substrate 100 for the thin film magnetic heads concerning this operation gestalt. With this operation gestalt, the Al Chick substrate (for example, Sumitomo Special Metals make: trade name AC- 7) 10 with about 2mm [ in thickness ] and a diameter of about 100mm which consists of an alumina titanium carbide containing about 64% of the weight of an alumina is used as a ceramic substrate. This substrate 100 for the thin film magnetic heads is equipped with the aluminum-oxide film 20 with a thickness of about 5 micrometers deposited on the Al Chick substrate 10 and the Al Chick substrate 10. The Al Chick substrate 10 has the surface treatment layer 12 to which reforming of the front face was carried out. The surface treatment layer 12 of the Al Chick substrate 10 is considered to have the

operation which raises the adhesion force with the aluminum-oxide layer 20 so that it may explain in full detail behind.

[0020] The substrate 100 for the thin film magnetic heads is the following, is made, and may be manufactured.

[0021] First, center line average-of-roughness-height Ra (surface roughness) of the front face of the Al Chick substrate 33 grinds less than about 10nm using diamond paste (1-micron abrasive grain) so that it may be preferably set to less than about 5nm. Since still more preferably sets less than about 10nm of center line average-of-roughness-height Ra of the front face (front face of a surface treatment layer) of the substrate 33 after reforming the front face of a substrate 33 to about 5nm or less so that it may mention later, center line average-of-roughness-height Ra (surface roughness) of the front face of the Al Chick substrate 33 has desirable less than about 10nm, and less than about 5nm is still more desirable.

[0022] Next, the surface treatment layer 12 which reformed the front face of this substrate 33 and was shown in drawing 1 is formed.

[0023] Surface treatment of a substrate 33 can be performed by the reverse sputter using a sputtering system 200.

[0024] The sputtering system 200 equips the chamber 30, the delivery pipe 42 for supplying and exhausting gas in a chamber 30 and an exhaust pipe 44, and the sample and target in a chamber 30 with the power sources 52 and 54 for supplying power, respectively, and the matching boxes 56 and 58 for taking impedance matching.

[0025] In the chamber 30, the substrate holder (electrode) 32 for holding the Al Chick substrate 33 and impressing a predetermined electrical potential difference to a substrate 33 and the back up plate (electrode) 35 for fixing a target 34 and a target 34 and impressing a predetermined electrical potential difference to a target 34 are formed so that it may counter mutually. The shutter 36 which can be opened and closed freely is formed between the Al Chick substrate 33 and the target 34. Power is supplied to the back up plate 35 through a matching box

56 from a power source 52, and power is supplied to the substrate holder 32 through a matching box 58 from a power source 54. the water cooling type cooling system (un-illustrating) for cooling the Al Chick substrate 32 in the substrate holder 32 -- installation \*\*\*\*\*. Moreover, in order to prevent the dirt in a chamber, an adhesion-proof board 37 may be formed.

[0026] A liquid metal is used and the Al Chick substrate 33 by which surface polish was carried out is stuck to the substrate holder 32. By carrying out water cooling of the substrate holder 32, it cools so that the skin temperature of a substrate 33 may not exceed about 70 degrees C. RF power is supplied to the substrate holder 32 by making the inside of a chamber 30 into Ar gas ambient atmosphere.

[0027] A reverse sputtering process is performed in inert gas ambient atmospheres, such as argon gas. As for the pressure of a controlled atmosphere, it is desirable that it is within the limits of about 2 mTorr(s) - about 20 mTorr(s) (about 0.27Pa - about 2.7Pa). If lower than about 2 mTorr(s) (about 0.27Pa), etching may become unstable, if about 20 mTorr(s) (about 2.7Pa) are exceeded, etching may not take place, but deposition may take place. Oxygen gas may be mixed in inert gas as a controlled atmosphere. However, about 40% or less of the volume fraction of oxygen gas is desirable, and is still more desirable. [ about 10% or less of ] If the volume fraction of oxygen gas exceeds about 40%, the oxide film of TiC is formed, as a result, etching will not take place and a surface treatment layer may not be formed. In order to control formation of the oxide film of TiC, as for the volume fraction of the oxygen gas in an ambient atmosphere, it is still more desirable that it is about 10% or less.

[0028] As for RF power to switch on, it is desirable that it is within the limits of about 0.5 - about 2 W/cm<sup>2</sup>, and it is still more desirable that it is within the limits of about 0.6 - about 1.8 W/cm<sup>2</sup>.

[0029] As for reverse spatter time amount, it is desirable that it is about 2 minutes or more, and it is desirable that it is within the limits of about 3 minutes - about 5 minutes. When reverse spatter time amount is shorter than about 2 minutes,

there is a thing for which a uniform surface treatment layer is not formed and the effectiveness of the improvement in the adhesion force is not fully acquired and which are not. Reverse sputter time amount can form a surface treatment layer uniform enough in about 5 minutes. However, in an actual production process, in order to reduce dispersion in 1 batch in the case of manufacturing dispersion within the substrate side in the case of manufacturing a large-sized substrate, and many substrates within the same chamber, reverse sputter time amount may be lengthened. Even if it takes above-mentioned dispersion into consideration, about 10 minutes, then a surface treatment layer uniform enough can be formed for reverse sputter time amount.

[0030] As for the thickness of a surface treatment layer, it is desirable that it is within the limits of about 5nm - about 500nm. If the thickness of a surface treatment layer is less than about 5nm, sufficient adhesion reinforcement may not be obtained, and if it exceeds about 500nm, productivity will fall. It is still more desirable that the thickness of a surface treatment layer is within the limits of about 30nm - about 300nm from the homogeneity of a surface treatment layer and a viewpoint of productive efficiency.

[0031] Moreover, as for center line average-of-roughness-height  $R_a$  of the front face of a surface treatment layer, it is desirable that it is less than about 10nm, and it is still more desirable that it is about 5nm or less. When center line average-of-roughness-height  $R_a$  of the front face of a surface treatment layer is about 10nm or more, the aluminum-oxide layer deposited on a surface treatment layer carries out abnormality growth, uneven irregularity is formed in the front face of an aluminum-oxide layer, and the efficiency of a smooth chemically-modified [ next ] degree may fall. In order to control abnormality growth of an aluminum-oxide layer, as for center line average-of-roughness-height  $R_a$  of the front face of a surface treatment layer, it is still more desirable that it is about 5nm or less. Center line average-of-roughness-height  $R_a$  of the front face of a surface treatment layer should just set up suitably less than about 10nm of the surface roughness of the Al Clad substrate 33 to prepare and the conditions of a

surface treatment process so that it may be set to about 5nm or less still more preferably.

[0032] Next, an aluminum-oxide layer is deposited on the substrate 33 with which the surface treatment layer was formed. Deposition of an aluminum-oxide layer (aluminum-oxide layer 20 in drawing 1 ) can continue at the above-mentioned surface treatment process, and can be performed by the well-known forward sputter using a sputtering system 200. By continuing within the same chamber at a surface treatment process, and depositing an aluminum-oxide layer, the surface contamination by which surface treatment was carried out can be prevented.

[0033] A forward sputter is performed once decompressing after the above-mentioned surface treatment process and the inside of a chamber 30 to about 0.5microTorr (about  $6.7 \times 10^{-5}$  Pa). a forward sputter -- for example, a pressure -- the inside of inert gas ambient atmospheres, such as an argon of about 3 - about 20 mTorr(s) (about 0.4Pa - about 2.7Pa) within the limits, -- a substrate 33 side -- about -- it is in the condition which impressed the DC bias of -10V--200V, and can carry out by supplying RF power of about two to 7 W/cm<sup>2</sup> within the limits to the back up plate 35, using an alumina sintered compact as a target 34. The deposition approach of an aluminum oxide layer is not restricted to a forward sputter, for example, the ion plating method may be used for it.

[0034] After performing surface treatment to the Al Chick substrate by the reverse sputter on condition that the versatility shown below, the substrate for the thin film magnetic heads was produced by depositing an aluminum-oxide layer with a thickness of about 5 micrometers in a forward sputter. Generally the thickness of the aluminum-oxide layer 20 is within the limits of about 3 - 15 micrometers of abbreviation. What is necessary is just to set up the thickness of the aluminum-oxide layer 20 suitably according to the application of the substrate for the magnetic heads.

[0035]

raw material Al Chick substrate: -- Sumitomo Special Metals: -- trade name AC-7

center line average-of-roughness-height Ra: of the front face of the Al Chick substrate after surface polish -- about 1.5nm Reverse spatter conditions: ambient atmosphere: -- Ar gas 10mTorr (1.3Pa)

Substrate side RF power: 0 - 1.8 W/cm<sup>2</sup> Reverse spatter time amount: 0 - 10 minutes Forward spatter conditions: Ambient atmosphere: Ar gas 10mTorr (1.3Pa)

Substrate side bias: DC of -100V Target side RF power: The existence of exfoliation generating according 5W /to the adhesion reinforcement of 2 and the obtained Al Chick substrate of the substrate for the thin film magnetic heads, and an aluminum-oxide layer and substrate cutting was evaluated cm. Using the scratch circuit tester (the product made from Teledyne Taber: a scratch circuit tester, model 502), evaluation of adhesion reinforcement set the measurement size to 10, respectively, and evaluated it by the average. Optical microscope observation estimated the existence of the exfoliation after cutting a substrate. The conditions and evaluation result of a surface treatment process are shown in Table 1.

[0036]

Table 1 Substrate side RF power Reverse spatter time amount (minute)

Adhesion reinforcement (gram) Existence of exfoliation after cutting - - 120 x 0.3 3  
180 x 0.3 10 200 x 0.6 3 380 O 0.9 3 450 O 0.9 10 420 O 1.2 3 450 O 1.8 1420 O

1.8 3 450 O As shown in Table 1, when adhesion reinforcement is low (200 or less grms) and, as for each substrate for 3 minutes and 10 minutes, reverse spatter time amount cut [ the substrate which did not perform surface treatment by the reverse spatter, and substrate side RF power ] 0.3W /of substrates by 2 cm, the aluminum-oxide layer exfoliated. To it, in all the samples for 1 minute - 10 minutes, adhesion reinforcement of reverse spatter time amount improved, and the substrate which carried out the reverse spatter of the substrate side RF power by 0.6 - 1.8 W/cm<sup>2</sup> did not have generating of exfoliation by cutting, either. The adhesion reinforcement (380gram) of the substrate in which 0.6W /of substrate side RF power carried out the reverse spatter during 3 minutes by 2 cm

became a value of 3 times or more of the adhesion reinforcement (120g) of the substrate which is not performing the reverse sputter. It seems that moreover, effectiveness does not increase that what is necessary is just to be above to some extent even if it lengthens reverse sputter time amount since the adhesion reinforcement (420g) of the substrate in which substrate side RF power carried out the reverse sputter during 10 minutes by 0.9 W/cm<sup>2</sup> is almost equivalent to the adhesion reinforcement (450g) of the substrate which carried out the reverse sputter during 3 minutes with the same RF power.

[0037] By the above-mentioned example, TEM observation showed that the surface treatment layer with a thickness of about 30-300nm was formed.

Moreover, center line average-of-roughness-height Ra of the front face of a surface treatment layer was within the limits of about 1-5nm.

[0038] As a result of examining various conditions, as mentioned above, the reverse sputtering process was understood that it is desirable to carry out on condition that the following.

[0039] As for the ambient atmosphere under reverse sputtering, it is desirable that it is the inert gas ambient atmosphere which contains about 10% or less of oxygen gas preferably about 40% or less with an inert gas ambient atmosphere or a volume fraction. As for the pressure of a controlled atmosphere, it is desirable that it is within the limits of about 2 mTorr(s) - about 20 mTorr(s) (about 0.27Pa - about 2.7Pa). As for RF power to switch on, it is desirable that it is within the limits of about 0.5 - about 2 W/cm<sup>2</sup>, and it is still more desirable that it is within the limits of about 0.6 - about 1.8 W/cm<sup>2</sup>. As for reverse sputter time amount, it is desirable that it is about 2 minutes or more, and it is still more desirable that it is within the limits of about 3 minutes - about 5 minutes. As for center line average-of-roughness-height Ra of the front face of a surface treatment layer, it is desirable that it is less than about 10nm, and it is still more desirable that it is about 5nm or less.

[0040] Thus, according to this invention, the adhesion reinforcement of the Al-Chick substrate and an aluminum-oxide layer improves remarkably. Moreover,

since surface treatment by this invention can be carried out by carrying out a reverse sputter using the sputtering system used for formation of an aluminum-oxide layer from the former, it is very efficient and can manufacture the substrate for the thin film magnetic heads excellent in adhesion.

[0041] The interface condition (the structure of a surface treatment layer and presentation) of the Al Chick substrate of a substrate and aluminum-oxide layer whose above-mentioned adhesion improved was evaluated using TEM (transmission electron microscope), electron diffraction, and EDX (energy dispersive X-ray spectroscopy). The cross-section TEM photograph of the substrate for the thin film magnetic heads by this invention is shown in drawing 3 A, drawing 3 B, and drawing 3 C. The crystal structure analysis using electron diffraction and the component analysis using EDX were performed to the part shown by the arrow head in each TEM photograph.

[0042] It was checked that the crystal phase (Ti is included) of alpha-aluminum  $2O_3$  is formed in the part near the front face of the alumina particle in the Al Chick substrate shown by the arrow head in drawing 3 A (part which constitutes a part of surface treatment layer 12 in drawing 1 ). Moreover, it turned out that aluminum $2TiO_5$  crystal phase is formed in the part shown by the arrow head in drawing 3 B. Furthermore, it turned out that aluminum $2TiO_5$  crystal phase is formed in the part near the front face of the titanium carbide particle in the Al Chick substrate shown in drawing 3 C by the arrow head (part which constitutes a part of surface treatment layer 12 in drawing 1 ). Moreover, the crystal structure analysis and the component analysis of a surface treatment layer were performed by the same approach about various substrates. Consequently, it turned out that alpha-aluminum  $2O_3$  (Ti is included), aluminum $2TiO_5$ , and aluminum $2Ti_7O_{15}$  exist in the part which constitutes a part of surface treatment layer of the alumina particle contained in the Al Chick substrate. moreover -- the part which constitutes a part of surface treatment layer among the titanium carbide particles contained in the Al Chick substrate -- a cubic -- it turned out that TiC (aluminum is included), aluminum $2TiO_5$ , and aluminum $2Ti_7O_{15}$  exist. Thus,

in the surface treatment layer, it turned out that aluminum titanate exists in both an alumina particle and a titanium carbide particle. In addition, each mean particle diameter of the alumina particle contained in the Al Chick substrate used by the above-mentioned example and a titanium carbide particle was about 1 micrometer.

[0043] Moreover, as a result of evaluating about the aluminum-oxide layer deposited in the spatter using TEM, electron diffraction, and EDX, the aluminum-oxide layer shown in the TEM photograph of drawing 4 is in an amorphous condition, and it turned out that 12% of the weight of Ar is included. Furthermore, the Vickers hardness (Hv) of this aluminum oxide layer is about 750, and it turned out that it has the low value compared with Vickers hardness 1800 of alpha-aluminum  $2O_3$ . The coefficients of thermal expansion of there being temperature hysteresis and changing from the temperature profile of membrane stress to compressive-stress increase and an aluminum oxide layer were estimated to be about 7 ppm/K, and it turned out that they are smaller than the coefficient of thermal expansion of the Al Chick substrate about 8%.

[0044] From the result of structural analysis of the surface treatment layer mentioned above, and a component analysis, the mechanism of the surface treatment in the manufacture approach of the substrate for the magnetic heads of this invention can be considered as follows. The mechanism of surface treatment is typically shown in drawing 5 (a) - drawing 5 (c).

[0045] The field where the alumina particle and the titanium carbide particle were ground is exposed to the front face of the ground Al Chick substrate ( drawing 5 (a)).

[0046] In a reverse spatter process, Ar ion collides with the front face of the Al Chick substrate, Ti ion, aluminum ion, and oxygen ion are begun to beat from the Al Chick substrate, and the front face of the Al Chick substrate is etched ( drawing 5 (b)). While this etching advances, it collides with the front face of the Al Chick substrate, and Ti ion, aluminum ion, and the oxygen ion which were begun to beat from the Al Chick substrate trespass upon the interior of a

substrate, and are spread.

[0047] Consequently, the surface treatment layer containing aluminum titanates, such as  $\text{aluminum}_2\text{TiO}_5$  and  $\text{aluminum}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ , is formed with Ti ion, aluminum ion, and the oxygen ion which were invaded and diffused from the front face of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate ( drawing 5 (c)).

[0048] Center line average-of-roughness-height Ra of the front face of the surface treatment layer by this invention had desirable less than about 10nm, and center line average-of-roughness-height Ra of the front face of the surface treatment layer in the example mentioned above was about 5nm or less. This shows that the improvement in the adhesion force by the surface treatment layer is not the effectiveness (the so-called anchoring effectiveness) that the front face was roughened. The structure of the aluminum-oxide layer deposited the crystal structure of a surface treatment layer and a presentation, and/or on it and a presentation are imagined to be what has contributed to improvement in the adhesion force.

[0049] Next, the operation gestalt of the thin film magnetic head by this invention is explained.

[0050] Drawing 6 is the principal part perspective view of the thin film magnetic head 300. The thin film magnetic head 80 of this operation gestalt is equipped with the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate 81 and the FeAlSi alloy film 85 deposited on the thickness 3 [ about ] deposited on the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate 81 - about 15-micrometer the aluminum-oxide layer 82 and the aluminum-oxide layer 82. The contents of Fe, aluminum, and Si in the FeAlSi alloy film 85 are 85.0 % of the weight, 5.5 % of the weight, and 9.5 % of the weight, respectively, and the FeAlSi alloy film 85 functions as Sendust film. The thickness of the FeAlSi alloy film 85 in this operation gestalt is 2 micrometers. In addition, the hard axis of the FeAlSi alloy film 85 has turned to the direction shown by the arrow head c of drawing 6 .

[0051] The gap 86 of about 0.4 micrometers is formed on the FeAlSi alloy film 85, and the MR component 87 for playback is arranged in the gap 86. The MR component 87 is equipped with the well-known configuration which has non-

illustrated an electrode and MR film. The gap 86 is formed from insulator layers, such as an alumina deposited on the FeAlSi alloy film 85 as covered the MR component 87. The thickness of the MR component 87 is about 0.1 micrometers. [0052] The bottom pole (thickness: 2-3 micrometers) 88 has accumulated on the insulator layer which functions as a gap 86. The bottom pole 88 is formed from soft magnetic materials, such as a permalloy, and the function as magnetic-shielding film is also demonstrated. On the bottom pole 88, the top pole (thickness: 2-3 micrometers) 90 is formed through the write-in gap 89 of 0.4-0.6 micrometers. Between the bottom pole 88 and the top pole 90, the coil pattern 91 formed by carrying out patterning of the Cu film with a thickness of about 5 micrometers is formed. As for the coil pattern 91, the perimeter is covered by the organic compound insulator. The recording head section is constituted by the bottom pole 88, the coil pattern 91, and the top pole 90 grade. It writes in by energizing to the coil pattern 91, a field is formed in about 89 gap, and the writing (record) of the data to a non-illustrated record medium is performed. The recording head section is covered with the overcoat (thickness:, for example, 40 micrometers).

[0053] These laminated structures are manufactured by a usual thin film deposition technique and a usual lithography technique. Although the FeAlSi alloy film 85 is deposited by the sputtering method with this operation gestalt, other thin film depositing methods may be used.

[0054] Since this thin film magnetic head 300 has the same configuration as the above-mentioned substrate 100 for the thin film magnetic heads under the MR component 87, problems, like exfoliation arises in the interface of an alumina titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer at the time of a manufacture process, a mounting process, or use do not produce it.

[0055] Moreover, the magnetic cell (playback component) formed on the magnetic-shielding film is not limited to MR component. You may be the component of other types.

[0056]

[Effect of the Invention] Since the surface treatment layer containing aluminum titanate is formed in the front face of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate according to this invention, the adhesion reinforcement of an alumina titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer can offer a reliable, thin film magnetic-head substrate high enough.

[0057] Moreover, since the front face of an alumina titanium carbide substrate can be reformed in the layer containing aluminum titanate by the reverse sputtering method in the ambient atmosphere which contains inert gas at least according to this invention, the adhesion reinforcement of an alumina titanium-carbide substrate and an aluminum-oxide layer can manufacture efficiently a reliable, thin film magnetic-head substrate high enough.

[0058] The thin film magnetic-head substrate by this invention is used suitable for the thin film magnetic head for [, such as hard disk drive (HDD) equipments, floppy disk drive (FDD) equipments, etc., such as a computer, ] various magnetic recording media.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the typical sectional view of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the equipment used for manufacture of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 3 A] It is the TEM photograph which replaces the drawing in which the cross-section gestalt of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention is shown, and the interface of the alumina particle in the Al Chick substrate and an aluminum-oxide layer is shown.

[Drawing 3 B] It is the TEM photograph which replaces the drawing in which the cross-section gestalt of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention is shown, and the interface of the alumina particle in the Al Chick substrate and an aluminum-oxide layer is shown.

[Drawing 3 C] It is the TEM photograph which replaces the drawing in which the cross-section gestalt of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention is shown, and the interface of the titanium carbide particle in the Al Chick substrate and an aluminum-oxide layer is shown.

[Drawing 4] It is the TEM photograph which replaces the drawing in which the cross-section gestalt of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention is shown, and the condition of an aluminum-oxide layer is mainly shown.

[Drawing 5] In the manufacture approach of the substrate for the thin film magnetic heads concerning the operation gestalt of this invention, it is drawing showing typically the mechanism in which a surface treatment layer is formed.

[Drawing 6] It is the principal part perspective view of the thin film magnetic head concerning the operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

10 Al Chick Substrate

12 Surface Treatment Layer

20 Aluminum-Oxide Layer  
30 Chamber  
32 Substrate Holder (Electrode)  
34 Target  
35 Back Up Plate 35 (Electrode)  
36 Shutter  
37 Adhesion-proof Board  
42 Delivery Pipe  
44 Exhaust Pipe  
52 54 Power source  
56 58 Matching box  
81 Al Chick Substrate  
82 Aluminum-Oxide Layer  
85 FeAlSi Alloy Film  
86 Gap  
87 MR Component  
88 Bottom Pole  
89 Write-in Gap  
90 Top Pole  
91 Coil Pattern  
92 Overcoat  
100 Substrate for Thin Film Magnetic Heads  
200 Sputtering System (Manufacturing Installation of Substrate for Thin Film  
Magnetic Heads)  
300 Thin Film Magnetic Head

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

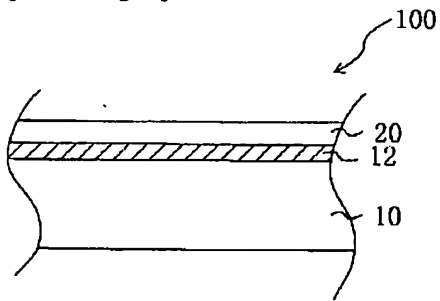
3. In the drawings, any words are not translated.

---

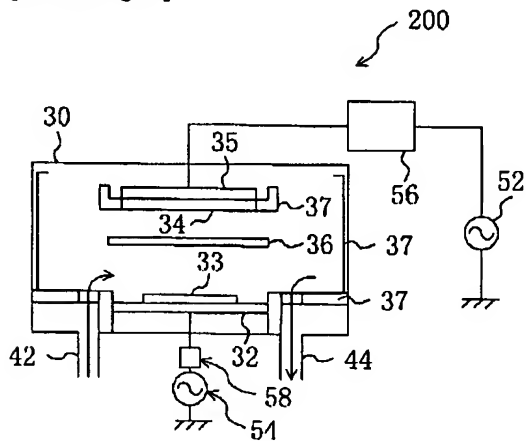
## DRAWINGS

---

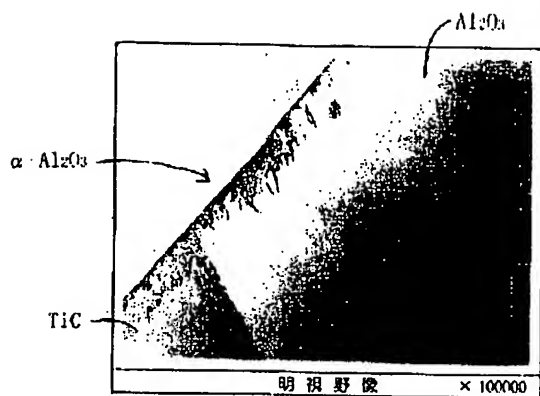
[Drawing 1]



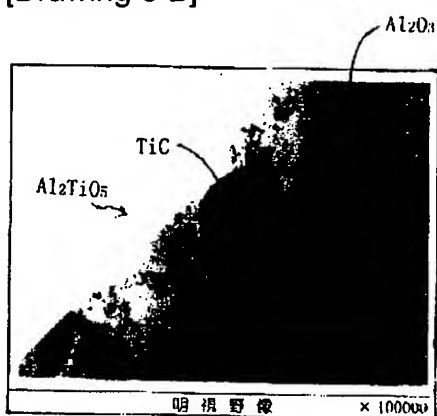
[Drawing 2]



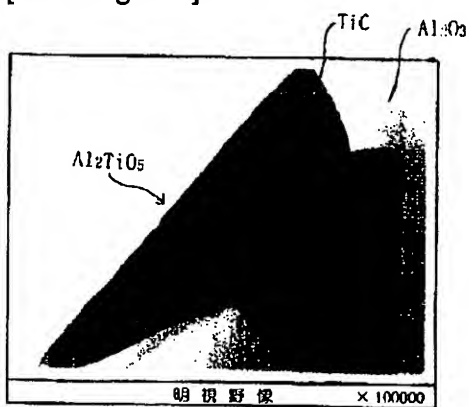
[Drawing 3 A]



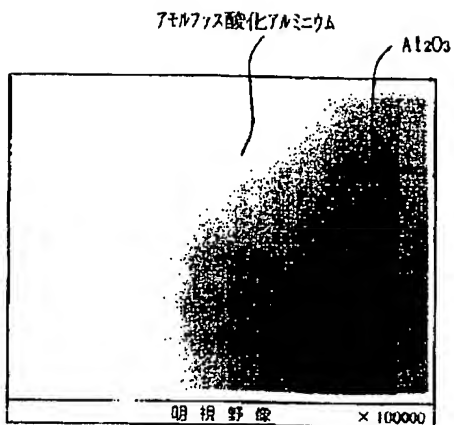
[Drawing 3 B]



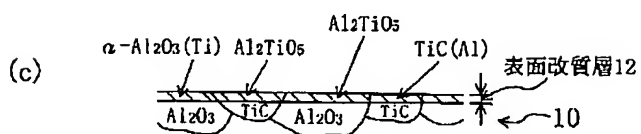
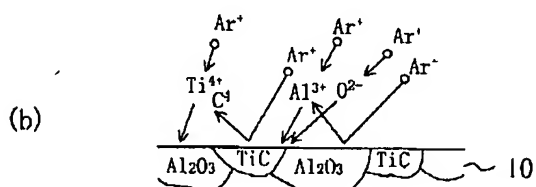
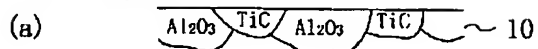
[Drawing 3 C]



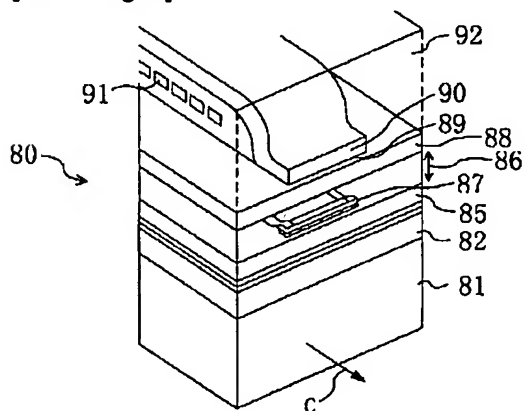
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-260009  
(P2000-260009A)

(43)公開日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 5/31

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/31

データベース\*(参考)  
C 5 D 0 3 3

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-65698

(22)出願日 平成11年3月11日(1999.3.11)

(71)出願人 000183417

住友特殊金属株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号

(72)発明者 岡本 直之

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(74)代理人 10007/931

弁理士 前田 弘 (外4名)

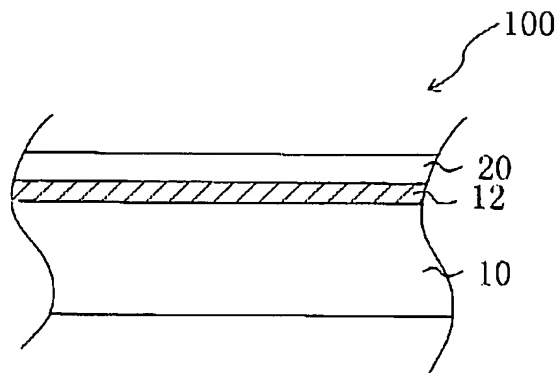
Fターム(参考) 5D033 BA51 BA52 CA04 DA01 DA03  
DA08

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド、薄膜磁気ヘッド用基板、および薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法

(57)【要約】

【課題】 アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との密着強度が十分で信頼性の高い薄膜磁気ヘッド基板およびそのような薄膜磁気ヘッド用基板を効率良く製造する方法を提供する。

【解決手段】 アルミナチタンカーバイド基板10と、アルミナチタンカーバイド基板10の表面上に形成された酸化アルミニウム層20とを有する薄膜磁気ヘッド用基板100であって、アルミナチタンカーバイド基板10は、酸化アルミニウム層側に表面改質層12を有し、表面改質層12はチタン酸アルミニウムを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミナチタンカーバイト基板と、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板であって、

前記アルミナチタンカーバイト基板は、前記酸化アルミニウム層側に表面改質層を有し、  
前記表面改質層はチタン酸アルミニウムを含む、薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項2】 前記アルミナチタンカーバイト基板に含まれているアルミナ粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とを含む、請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項3】 前記アルミナチタンカーバイト基板に含まれているチタンカーバイト粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、立方晶 $\text{TiC}$ と、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とを含む、請求項1または2に記載の薄膜磁気ヘッド基板。

【請求項4】 前記表面改質層の表面の中心線平均粗さ $R_a$ は10nm未満である、請求項1から3の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項5】 前記表面改質層の厚さは、5nm以上500nm以下の範囲内にある請求項1から4の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項6】 請求項1から5の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板と、  
前記薄膜磁気ヘッド用基板上に形成された磁気素子と、  
を備えた薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 アルミナチタンカーバイト基板と、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法であって、

アルミナチタンカーバイト基板を用意する工程と、  
少なくとも不活性ガスを含む雰囲気中で、逆スパッタリング法によって、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程と、

前記表面改質工程の後に、前記チタン酸アルミニウムを含む層上に、酸化アルミニウム層を堆積する工程と、  
を包含する薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項8】 前記表面改質工程は、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をエッチングするとともに、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程である請求項7に記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項9】 前記表面改質工程において形成されるチタン酸アルミニウムを含む層の厚さは、5nm以上500nm以下の範囲内にある薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項10】 前記表面改質工程において前記アルミナチタンカーバイト基板の表面がエッチングされる厚さは、10nm未満である請求項8または9に記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項11】 前記表面改質工程が行われる雰囲気は、アルゴンガスと酸素ガスとを含む2mTorr～20mTorrの雰囲気であって、且つ酸素ガスの分率が40%以下である請求項7から10のいずれに記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項12】 前記表面改質工程の前に、  
前記アルミナチタンカーバイト基板を表面の中心線平均粗さ $R_a$ が10nm以下となるように研磨する工程を更に包含する請求項7から11の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜磁気ヘッド、薄膜磁気ヘッド用基板、および薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータなどのハードディスクドライブ(HDD)装置やフロッピー(登録商標)ディスクドライブ(FDD)装置などの種々の磁気記録装置には、薄膜磁気ヘッドが使用されている。薄膜磁気ヘッドは、薄膜磁気ヘッド用基板と、薄膜磁気ヘッド用基板上に堆積された磁気シールド膜と、その磁気シールド膜上に形成された磁気素子(例えば、磁気抵抗効果素子:MR素子)や記録ヘッド部を備えている。磁気シールド膜は、Fe-Ni系パーマロイ、Co-Nb-Zr系やCo-Fe-B-Si系のC基板アモルファス、FeAlSi合金(センダスト(sendust))などの軟磁性材料から形成される。薄膜磁気ヘッド用基板としては、アルミナチタンカーバイド(アルチック)からなるセラミック基板上に酸化アルミニウムからなる絶縁層を堆積したものが広く使用されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、アルミナチタンカーバイド基板とその上に形成される酸化アルミニウム層との密着性が悪く、薄膜磁気ヘッドの製造プロセス、実装プロセス、または使用時において、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との界面で剥離が生じる等の問題があった。この問題を解決するために、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との間に中間層を設ける方法(例えば、特開平2-59604号公報)や、アルミナチタンカーバイド基板の表面を粗化する方法(例えば、特開平2-154308号公報)が提案されているが、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層とが十分に高い強度で密着した薄膜磁気ヘッド用基板や、そのような基板を製造する効率の良い製造方法が得られるには至っていない。

い。

【0004】本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との密着強度が十分高く信頼性の高い薄膜磁気ヘッド基板およびそのような薄膜磁気ヘッド用基板を効率良く製造する方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッド用基板は、アルミナチタンカーバイド基板と、前記アルミナチタンカーバイド基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板であって、前記アルミナチタンカーバイド基板は、前記酸化アルミニウム層側に表面改質層を有し、前記表面改質層はチタン酸アルミニウムを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0006】前記アルミナチタンカーバイド基板に含まれているアルミナ粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、 $\alpha$ - $Al_2O_3$ と、 $Al_2TiO_5$ と、 $Al_2Ti_7O_{15}$ とを含むことが好ましい。

【0007】前記アルミナチタンカーバイド基板に含まれているチタンカーバイド粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、立方晶 $TiC$ と、 $Al_2TiO_5$ と、 $Al_2Ti_7O_{15}$ とを含むことが好ましい。

【0008】前記表面改質層の表面の中心線平均粗さ $Ra$ は10nm未満であることが好ましい。

【0009】前記表面改質層の厚さは、5nm以上500nm以下の範囲内にあることが好ましい。

【0010】本発明の薄膜磁気ヘッドは、上記の薄膜磁気ヘッド用基板と、前記薄膜磁気ヘッド用基板上に形成された磁気素子とを備え、そのことによって上記目的が達成される。

【0011】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、アルミナチタンカーバイド基板と、前記アルミナチタンカーバイド基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法であって、アルミナチタンカーバイド基板を用意する工程と、少なくとも不活性ガスを含む雰囲気中で、逆スパッタリング法によって、前記アルミナチタンカーバイド基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程と、前記表面改質工程の後に、前記チタン酸アルミニウムを含む層上に、酸化アルミニウム層を堆積する工程とを包含し、そのことによって上記目的が達成される。

【0012】前記表面改質工程は、前記アルミナチタンカーバイド基板の表面をエッチングするとともに、前記アルミナチタンカーバイド基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程であることが好ましい。

【0013】前記表面改質工程において形成されるチタン酸アルミニウムを含む層の厚さは、5nm以上500nm以下の範囲内にあることが好ましい。

【0014】前記表面改質工程において前記アルミナチタンカーバイド基板の表面がエッチングされる厚さは、10nm未満であることが好ましい。

【0015】前記表面改質工程が行われる雰囲気は、アルゴンガスと酸素ガスとを含む2mTorr～20mTorr(0.27Pa～2.7Pa)の雰囲気であって、且つ酸素ガスの分率が40%以下であることが好ましい。

【0016】前記アルミナチタンカーバイド基板を表面の中心線平均粗さ $Ra$ が10nm以下となるように研磨する工程を更に包含することが好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】本願発明者は、アルミナチタンカーバイド基板（以下アルチック基板と称する。）と酸化アルミニウム層との密着力を向上する目的で、アルチック基板と酸化アルミニウム層との界面の構造を詳細に検討した結果、アルチック基板の表面にチタン酸アルミニウムを含む表面改質層を形成し、この表面改質層上に酸化アルミニウム層を堆積することによって、密着力を向上できることを見いだした。

【0018】以下、図面を参照しながら、本発明による薄膜磁気ヘッド用基板およびその製造方法の実施形態を説明する。

【0019】図1は、本実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板100の断面構造を模式的に示している。本実施形態では、約64重量%のアルミナを含むアルミナチタンカーバイドからなる厚さ約2mm、直径約100mmのアルチック基板（例えば、住友特殊金属製：商品名AC-7）10をセラミック基板として使用している。この薄膜磁気ヘッド用基板100は、アルチック基板10と、アルチック基板10上に堆積された厚さ約5μmの酸化アルミニウム膜20とを備えている。アルチック基板10は、その表面が改質された表面改質層12を有している。後に詳述するように、アルチック基板10の表面改質層12が酸化アルミニウム層20との密着力を向上させる作用を有すると考えられる。

【0020】薄膜磁気ヘッド用基板100は、以下のようにして製造され得る。

【0021】まず、アルチック基板33の表面の中心線平均粗さ $Ra$ （表面粗度）が約10nm未満、好ましくは約5nm未満となるように、例えばダイヤモンドペースト（1ミクロン砥粒）を用いて研磨する。後述するように、基板33の表面を改質した後の基板33の表面（表面改質層の表面）の中心線平均粗さ $Ra$ を約10nm未満、さらに好ましくは約5nm以下とするために、アルチック基板33の表面の中心線平均粗さ $Ra$ （表面粗度）は、約10nm未満が好ましく、約5nm未満が更に好ましい。

【0022】次に、この基板33の表面を改質して図1に示した表面改質層12を形成する。

【0023】基板33の表面改質はスパッタ装置200を用いて逆スパッタ法で行うことができる。

【0024】スパッタ装置200は、チャンバ30と、チャンバ30内にガスを供給および排気するための供給パイプ42及び排気パイプ44と、チャンバ30内のサンプルとターゲットにそれぞれ電力を供給するための電源52及び54と、インピーダンス整合をとるためのマッチングボックス56および58とを備えている。

【0025】チャンバ30内には、アルチック基板33を保持し基板33に所定の電圧を印加するための基板ホルダ（電極）32と、ターゲット34とターゲット34を固定しターゲット34に所定の電圧を印加するためのバックングプレート（電極）35とが、互いに対向するように設けられている。アルチック基板33とターゲット34との間には、開閉自在のシャッタ36が設けられている。バックングプレート35には電源52からマッチングボックス56を介して電力が供給され、基板ホルダ32には電源54からマッチングボックス58を介して電力が供給される。基板ホルダ32には、アルチック基板32を冷却するための水冷式冷却装置（不図示）が取り付けられている。また、チャンバ内の汚れを防止するために防着板37を設けてもよい。

【0026】表面研磨されたアルチック基板33を基板ホルダ32に液体金属を用いて密着させる。基板ホルダ32を水冷することによって、基板33の表面温度が約70℃を超えないように冷却する。チャンバ30内をArガス雰囲気として、基板ホルダ32にRF電力を投入する。

【0027】逆スパッタリング工程は、アルゴンガス等の不活性ガス雰囲気で行う。雰囲気ガスの圧力は、約2mTorr～約20mTorr（約0.27Pa～約2.7Pa）の範囲内にあることが好ましい。約2mTorr（約0.27Pa）よりも低いとエッチングが不安定となる場合があり、約20mTorr（約2.7Pa）を超えるとエッチングが起こらず堆積が起こる場合がある。雰囲気ガスとして、不活性ガスに酸素ガスを混入してもよい。但し、酸素ガスの体積分率は約40%以下が好ましく、約10%以下が更に好ましい。酸素ガスの体積分率が約40%を超えると、TiCの酸化膜が形成され、その結果エッチングが起こらなくなり表面改質層が形成されないことがある。TiCの酸化膜の形成を抑制するためには、雰囲気中の酸素ガスの体積分率は約10%以下であることが更に好ましい。

【0028】投入するRF電力は、約0.5～約2W/cm<sup>2</sup>の範囲内にあることが好ましく、約0.6～約1.8W/cm<sup>2</sup>の範囲内にあることが更に好ましい。

【0029】逆スパッタ時間は、約2分以上であることが好ましく、約3分～約5分の範囲内にあることが好ましい。逆スパッタ時間が約2分よりも短いと均一な表面改質層が形成されず密着力向上の効果が十分に得られな

いないことがある。逆スパッタ時間は約5分で十分に均一な表面改質層を形成できる。但し、実際の製造工程において、大型の基板を製造する場合の基板面内のばらつきや多数の基板を同一チャンバ内で製造する場合の1バッチ内のばらつきを低減するために、逆スパッタ時間を長くしても良い。上述のばらつきを考慮しても、逆スパッタ時間を約10分とすれば、十分に均一な表面改質層を形成できる。

【0030】表面改質層の厚さは、約5nm～約500nmの範囲内にあることが好ましい。表面改質層の厚さが約5nm未満であると十分な密着強度が得られないことがあり、約500nmを超えると生産性が低下する。表面改質層の均一性と生産効率の観点から、表面改質層の厚さは、約30nm～約300nmの範囲内にあることが更に好ましい。

【0031】また、表面改質層の表面の中心線平均粗さRaは約10nm未満であることが好ましく、約5nm以下であることがさらに好ましい。表面改質層の表面の中心線平均粗さRaが約10nm以上であると、表面改質層上に堆積する酸化アルミニウム層が異常成長し、酸化アルミニウム層の表面に不均一な凹凸が形成され、後の平滑化工程の能率が低下することがある。酸化アルミニウム層の異常成長を抑制するために、表面改質層の表面の中心線平均粗さRaは約5nm以下であることがさらに好ましい。表面改質層の表面の中心線平均粗さRaが約10nm未満、更に好ましくは約5nm以下となるように、用意するアルチック基板33の表面粗度および表面改質工程の条件を適宜設定すればよい。

【0032】次に、表面改質層が形成された基板33上に、酸化アルミニウム層を堆積する。酸化アルミニウム層（図1中の酸化アルミニウム層20）の堆積は、上記の表面改質工程に引き続いて、スパッタ装置200を用いて公知の正スパッタ法で行うことができる。同一のチャンバ内で表面改質工程に引き続いて酸化アルミニウム層を堆積することによって、表面改質された表面の汚染を防止することができる。

【0033】上記表面改質工程の後、チャンバ30内を約0.5μTorr（約6.7×10<sup>-5</sup>Pa）まで一旦減圧した後、正スパッタを行う。正スパッタは、例えば、圧力が約3～約20mTorr（約0.4Pa～約2.7Pa）の範囲内のアルゴン等の不活性ガス雰囲気中で、基板33側に約-10V～-200VのDCバイアスを印加した状態で、ターゲット34としてアルミナ焼結体を用いて、バックングプレート35に約2～7W/cm<sup>2</sup>の範囲内のRF電力を投入することによって行い得る。酸化アルミニウム層の堆積方法は、正スパッタ法に限られず、例えばイオンプレーティング法を用いてもよい。

【0034】以下に示す種々の条件で、アルチック基板に逆スパッタ法で表面改質を行った後に、正スパッタ法

で厚さ約 $5\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム層を堆積することによって、薄膜磁気ヘッド用基板を作製した。酸化アルミニウム層20の膜厚は、一般的に約3～約 $15\mu\text{m}$ の範

囲内にある。酸化アルミニウム層20の膜厚は、磁気ヘッド用基板の用途に応じて適宜設定すればよい。

【0035】

原料アルチック基板：住友特殊金属製：商品名AC-7

表面研磨後のアルチック基板の表面の中心線平均粗さ $R_a$ ：約 $1.5\text{nm}$

逆スパッタ条件： 雰囲気：Arガス $10\text{mTorr}$  ( $1.3\text{Pa}$ )

基板側RF電力： $0\sim 1.8\text{W}/\text{cm}^2$

逆スパッタ時間： $0\sim 10$ 分

正スパッタ条件： 雰囲気：Arガス $10\text{mTorr}$  ( $1.3\text{Pa}$ )

基板側バイアス： $-100\text{V}$ のDC

ターゲット側RF電力： $5\text{W}/\text{cm}^2$

また、得られた薄膜磁気ヘッド用基板のアルチック基板と酸化アルミニウム層との密着強度および基板切断による剥離発生の有無を評価した。密着強度の評価は、スクラッチテスト (Teledyne Taber社製：スクラッチテスト、モデル502) を用いて、それぞれサ

ンプル数を10とし平均値で評価した。基板を切断した後の剥離の有無は光学顕微鏡観察で評価した。表面改質工程の条件と評価結果を表1に示す。

【0036】

表1

基板側RF電力	逆スパッタ時間(分)	密着強度(gm)	切断後の剥離の有無
—	—	120	×
0.3	3	180	×
0.3	10	200	×
0.6	3	380	○
0.9	3	450	○
0.9	10	420	○
1.2	3	450	○
1.8	1	420	○
1.8	3	450	○

表1から分かるように、逆スパッタによる表面改質を行わなかった基板と、基板側RF電力が $0.3\text{W}/\text{cm}^2$ で逆スパッタ時間が3分および10分の基板は、いずれも、密着強度が低く ( $200\text{gm}$ 以下)、基板を切断すると酸化アルミニウム層が剥離した。それに対し、基板側RF電力を $0.6\sim 1.8\text{W}/\text{cm}^2$ で逆スパッタした基板は、逆スパッタ時間が1分～10分の全ての試料において、密着強度が向上し、切断による剥離の発生も無かった。基板側RF電力が $0.6\text{W}/\text{cm}^2$ で3分間逆スパッタした基板の密着強度 ( $380\text{gm}$ ) は、逆スパッタを行っていない基板の密着強度 ( $120\text{gm}$ ) の3倍以上の値となった。また、基板側RF電力が $0.9\text{W}/\text{cm}^2$ で10分間逆スパッタした基板の密着強度 ( $420\text{gm}$ ) は、同じRF電力で3分間逆スパッタした基板の密着強度 ( $450\text{gm}$ ) とほぼ同等であることから、逆スパッタ時間はある程度以上あれば良く、長くしても効果が増大しないようである。

【0037】上記の具体例では、TEM観察の結果、約 $30\sim 300\text{nm}$ の厚さの表面改質層が形成されていることが分かった。また、表面改質層の表面の中心線平均粗さ $R_a$ は約 $1\sim 5\text{nm}$ の範囲内であった。

【0038】種々の条件を検討した結果、上述したよう

に、逆スパッタリング工程は以下の条件で行うことが好ましいことが分かった。

【0039】逆スパッタリング中の雰囲気は、不活性ガス雰囲気または体積分率で約40%以下好ましくは約10%以下の酸素ガスを含む不活性ガス雰囲気であることが好ましい。雰囲気ガスの圧力は、約 $2\text{mTorr}\sim$ 約 $20\text{mTorr}$  (約 $0.27\text{Pa}\sim$ 約 $2.7\text{Pa}$ ) の範囲内にあることが好ましい。投入するRF電力は、約 $0.5\sim$ 約 $2\text{W}/\text{cm}^2$ の範囲内にあることが好ましく、約 $0.6\sim$ 約 $1.8\text{W}/\text{cm}^2$ の範囲内にあることが更に好ましい。逆スパッタ時間は、約2分以上であることが好ましく、約3分～約5分の範囲内にあることが更に好ましい。表面改質層の表面の中心線平均粗さ $R_a$ は約 $10\text{nm}$ 未満であることが好ましく、約 $5\text{nm}$ 以下であることが更に好ましい。

【0040】このように、本発明によると、アルチック基板と酸化アルミニウム層との密着強度が著しく向上する。また、本発明による表面改質は、従来から酸化アルミニウム層の形成に用いられているスパッタ装置を用いて逆スパッタすることによって実施できるので、極めて効率よく、密着性に優れた薄膜磁気ヘッド用基板を製造することができる。

【0041】上記の密着性が向上した基板のアルチック基板と酸化アルミニウム層との界面状態（表面改質層の構造および組成）をTEM（透過型電子顕微鏡）、電子線回折、EDX（エネルギー分散X線分光法）を用いて評価した。本発明による薄膜磁気ヘッド用基板の断面TEM写真を図3A、図3B及び図3Cに示す。それぞれのTEM写真において矢印で示した部分に対して、電子線回折を用いた結晶構造解析およびEDXを用いた組成分析を行った。

【0042】図3A中の矢印で示した、アルチック基板中のアルミナ粒子の表面付近の部分（図1中の表面改質層12の一部を構成している部分）に、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ の結晶相（Tiを含む）が形成されていることが確認された。また、図3B中の矢印で示した部分に、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ 結晶相が形成されていることが分かった。さらに、図3Cに矢印で示した、アルチック基板中のチタンカーバイト粒子の表面付近の部分（図1中の表面改質層12の一部を構成している部分）に、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ 結晶相が形成されていることが分かった。また、種々の基板について、同様の方法で表面改質層の結晶構造解析および組成分析を行った。その結果、アルチック基板に含まれるアルミナ粒子の表面改質層の一部を構成している部分には、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ （Tiを含む）と、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とが存在することが分かった。また、アルチック基板に含まれているチタンカーバイト粒子のうち表面改質層の一部を構成している部分には、立方晶TiC（Alを含む）と、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とが存在することが分かった。このように、表面改質層においては、アルミナ粒子およびチタンカーバイト粒子のいずれにもチタン酸アルミニウムが存在することが分かった。なお、上述の具体例で用いたアルチック基板に含まれるアルミナ粒子およびチタンカーバイト粒子の平均粒径はいずれも約 $1\mu\text{m}$ であった。

【0043】また、スパッタ法で堆積された酸化アルミニウム層について、TEM、電子線回折、EDXを用いて評価した結果、図4のTEM写真に示した酸化アルミニウム層は、アモルファス状態であり、12重量%のArを含むことが分かった。さらに、この酸化アルミニウム層のビッカース硬度（Hv）は約750で、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ のビッカース硬度1800に比べ低い値を有していることが分かった。膜応力の温度プロファイルから、温度履歴があり、圧縮応力増大へ変化すること、および酸化アルミニウム層の熱膨張係数は約 $7\text{ppm/K}$ と見積もられ、アルチック基板の熱膨張係数よりも約8%小さいことが分かった。

【0044】上述した表面改質層の構造解析および組成分析の結果から、本発明の磁気ヘッド用基板の製造方法における表面改質のメカニズムを以下のように考えることができる。図5（a）～図5（c）に表面改質のメカニズムを模式的に示す。

【0045】研磨されたアルチック基板の表面には、アルミナ粒子及びチタンカーバイト粒子の研磨された面が露出されている（図5（a））。

【0046】逆スパッタ工程において、Arイオンがアルチック基板の表面に衝突し、アルチック基板からTiイオン、Alイオンおよび酸素イオンが叩き出され、アルチック基板の表面がエッチングされる（図5（b））。このエッチングが進行するとともに、アルチック基板から叩き出されたTiイオン、Alイオンおよび酸素イオンがアルチック基板の表面に衝突し、基板内部に侵入、拡散する。

【0047】その結果、アルチック基板の表面から侵入・拡散したTiイオン、Alイオンおよび酸素イオンによって、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ や $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ などのチタン酸アルミニウムを含む表面改質層が形成される（図5（c））。

【0048】本発明による表面改質層の表面の中心線平均粗さRaは約 $10\text{nm}$ 未満が好ましく、上述した具体例における表面改質層の表面の中心線平均粗さRaは約 $5\text{nm}$ 以下であった。このことから、表面改質層による密着力の向上は、表面が粗化された効果（いわゆるアンカリング効果）ではないことが分かる。表面改質層の結晶構造および組成及び／又はその上に堆積される酸化アルミニウム層の構造や組成が密着力の向上に寄与しているものと推察される。

【0049】次に、本発明による薄膜磁気ヘッドの実施形態を説明する。

【0050】図6は、薄膜磁気ヘッド300の主要部斜視図である。本実施形態の薄膜磁気ヘッド80は、アルチック基板81と、アルチック基板81上に堆積された厚さ約 $3\sim 15\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム層82と、酸化アルミニウム層82上に堆積されたFeAlSi合金膜85とを備えている。FeAlSi合金膜85中のFe、Al、およびSiの含有量は、それぞれ、85.0重量%、5.5重量%、および9.5重量%であり、FeAlSi合金膜85はセンダスト膜として機能する。本実施形態でのFeAlSi合金膜85の厚さは、 $2\mu\text{m}$ である。なお、FeAlSi合金膜85の磁化困難軸は、図6の矢印cで示される方向を向いている。

【0051】FeAlSi合金膜85上には、 $0.4\mu\text{m}$ 程度のギャップ86が設けられており、そのギャップ86内に再生用のMR素子87が配置されている。MR素子87は不図示の電極やMR膜を有する公知の構成を備えている。ギャップ86は、MR素子87を覆うようにしてFeAlSi合金膜85上に堆積されたアルミナなどの絶縁膜から形成されている。MR素子87の厚さは、例えば $0.1\mu\text{m}$ 程度である。

【0052】ギャップ86として機能する絶縁膜上にボトムポール（厚さ： $2\sim 3\mu\text{m}$ ）88が堆積されている。ボトムポール88は、例えばパーマロイなどの軟磁

性材料から形成されており、磁気シールド膜としての機能も発揮する。ボトムボール88上には、0.4~0.6 $\mu$ mの書き込みギャップ89を介してトップボール（厚さ：2~3 $\mu$ m）90が形成されている。ボトムボール88とトップボール90との間には、厚さ5 $\mu$ m程度のCu膜をパターンニングすることによって形成したコイルパターン91が設けられている。コイルパターン91は、その周囲が有機絶縁膜で覆われている。ボトムボール88、コイルパターン91およびトップボール90等によって記録ヘッド部が構成されている。コイルパターン91に通電することによって書き込みギャップ89近傍に磁界が形成され、不図示の記録媒体へのデータの書き込み（記録）が実行される。記録ヘッド部はオーバーコート（厚さ：例えば40 $\mu$ m）によって覆われている。

【0053】これらの積層構造は、通常の薄膜堆積技術やリソグラフィ技術によって製造される。本実施形態ではFeAlSi合金膜85の堆積をスパッタリング法によって行っているが、他の薄膜堆積法を用いても良い。

【0054】この薄膜磁気ヘッド300は、MR素子87の下方に前述の薄膜磁気ヘッド用基板100と同様の構成を有しているため、製造プロセス、実装プロセスまたは使用時において、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との界面で剥離が生じる等の問題が生じない。

【0055】また、磁気シールド膜上に形成される磁気素子（再生素子）は、MR素子に限定されない。他のタイプの素子であってもよい。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、アルチック基板の表面にチタン酸アルミニウムを含む表面改質層が形成されているので、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との密着強度が十分に高く信頼性の高い薄膜磁気ヘッド基板を提供することができる。

【0057】また、本発明によると、少なくとも不活性ガスを含む雰囲気中で、逆スパッタリング法によって、アルミナチタンカーバイド基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質することができるので、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との密着強度が十分に高く信頼性の高い薄膜磁気ヘッド基板を効率良く製造することができる。

【0058】本発明による薄膜磁気ヘッド基板は、コンピュータなどのハードディスクドライブ（HDD）装置やフロッピーディスクドライブ（FDD）装置などの種々の磁気記録装置用の薄膜磁気ヘッドに好適に利用される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の模式的な断面図である。

【図2】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基

板の製造に用いられる装置を示す図である。

【図3A】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の断面形態を示す図面に代わるTEM写真であり、アルチック基板中のアルミナ粒子と酸化アルミニウム層との界面を示す。

【図3B】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の断面形態を示す図面に代わるTEM写真であり、アルチック基板中のアルミナ粒子と酸化アルミニウム層との界面を示す。

【図3C】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の断面形態を示す図面に代わるTEM写真であり、アルチック基板中のチタンカーバイド粒子と酸化アルミニウム層との界面を示す。

【図4】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の断面形態を示す図面に代わるTEM写真であり、酸化アルミニウム層の状態を主に示す。

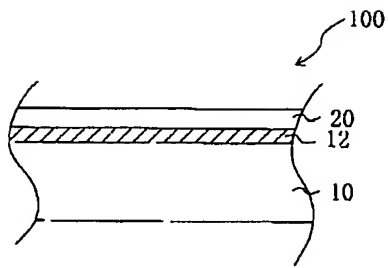
【図5】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法において、表面改質層が形成されるメカニズムを模式的に示す図である。

【図6】本発明の実施形態にかかる薄膜磁気ヘッドの主要部斜視図である。

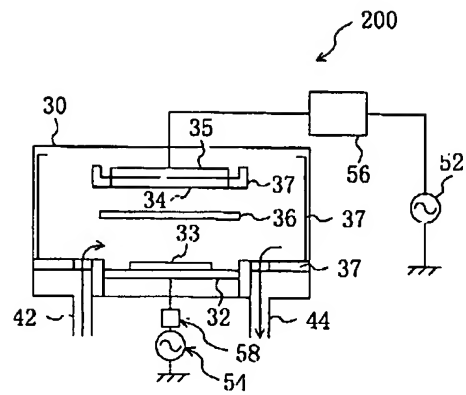
【符号の説明】

- 10 アルチック基板
- 12 表面改質層
- 20 酸化アルミニウム層
- 30 チャンバ
- 32 基板ホルダ（電極）
- 34 ターゲット
- 35 バッキングプレート（電極）
- 36 シャッタ
- 37 防着板
- 42 供給パイプ
- 44 排気パイプ
- 52、54 電源
- 56、58 マッチングボックス
- 81 アルチック基板
- 82 酸化アルミニウム層
- 85 FeAlSi合金膜
- 86 ギャップ
- 87 MR素子
- 88 ボトムボール
- 89 書き込みギャップ
- 90 トップボール
- 91 コイルパターン
- 92 オーバーコート
- 100 薄膜磁気ヘッド用基板
- 200 スパッタ装置（薄膜磁気ヘッド用基板の製造装置）
- 300 薄膜磁気ヘッド

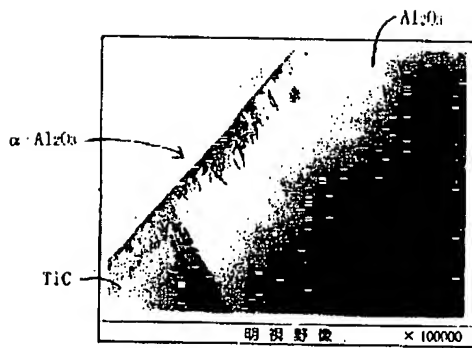
【図1】



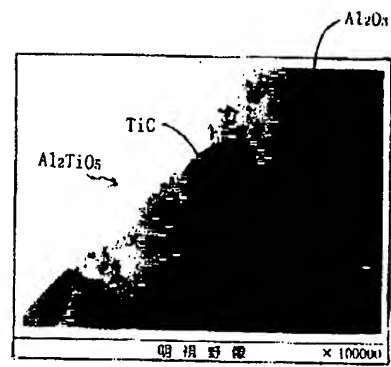
【図2】



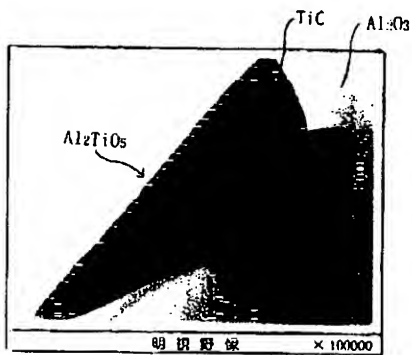
【図3A】



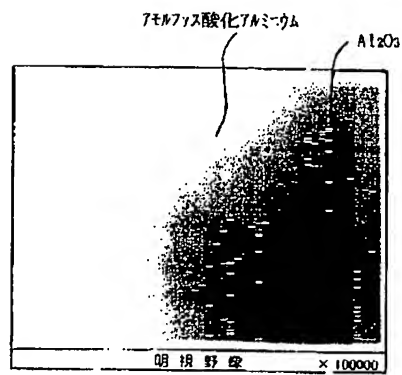
【図3B】



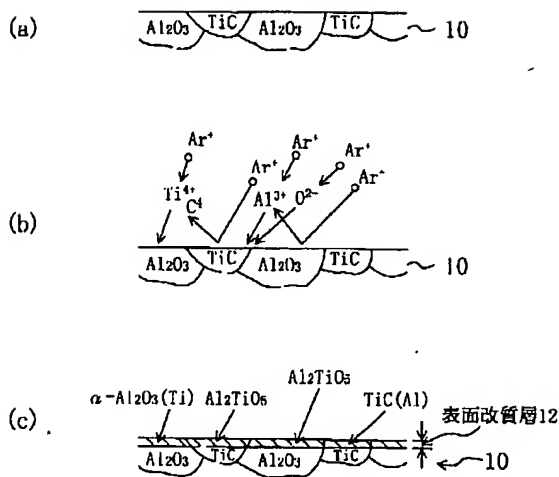
【図3C】



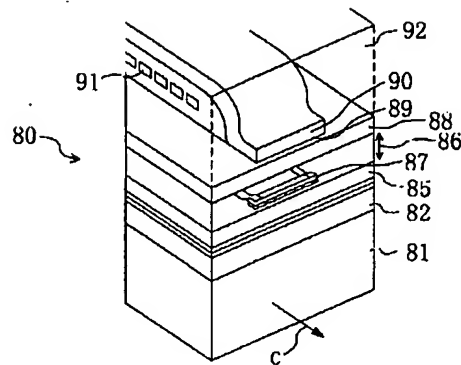
【図4】



【図5】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年3月2日(2000.3.2)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アルミナチタンカーバイト基板と、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板であって、  
前記アルミナチタンカーバイト基板は、前記酸化アルミニウム層側に表面改質層を有し、  
前記表面改質層はチタン酸アルミニウムを含む、薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項2】 前記アルミナチタンカーバイト基板に含まれているアルミナ粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とを含む、請求項1に記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項3】 前記アルミナチタンカーバイト基板に含まれているチタンカーバイト粒子のうち前記表面改質層の一部を構成している部分は、立方晶TiCと、 $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ と、 $\text{Al}_2\text{Ti}_7\text{O}_{15}$ とを含む、請求項1または2に記載の薄膜磁気ヘッド基板。

【請求項4】 前記表面改質層の表面の中心線平均粗さRaは10nm未満である、請求項1から3の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項5】 前記表面改質層の厚さは、5nm以上5

00nm以下の範囲内にある請求項1から4の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板。

【請求項6】 請求項1から5の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板と、  
前記薄膜磁気ヘッド用基板上に形成された磁気素子と、  
を備えた薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 アルミナチタンカーバイト基板と、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面上に形成された酸化アルミニウム層とを有する薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法であって、  
アルミナチタンカーバイト基板を用意する工程と、  
少なくとも不活性ガスを含む雰囲気中で、逆スパッタリング法によって、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程と、  
前記表面改質工程の後に、前記チタン酸アルミニウムを含む層上に、酸化アルミニウム層を堆積する工程と、  
を包含する薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項8】 前記表面改質工程は、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をエッチングするとともに、前記アルミナチタンカーバイト基板の表面をチタン酸アルミニウムを含む層に改質する工程である請求項7に記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項9】 前記表面改質工程において形成されるチタン酸アルミニウムを含む層の厚さは、5nm以上500nm以下の範囲内にある請求項7または8に記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項10】 前記表面改質工程において前記アルミナチタンカーバイト基板の表面がエッチングされる厚さ

は、10nm未満である請求項8または9に記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項11】 前記表面改質工程が行われる雰囲気は、アルゴンガスと酸素ガスとを含む2mTorr～20mTorrの雰囲気であって、且つ酸素ガスの分率が40%以下である請求項7から10の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【請求項12】 前記表面改質工程の前に、前記アルミナチタンカーバイド基板を表面の中心線平均粗さRaが10nm以下となるように研磨する工程を更に包含する請求項7から11の何れかに記載の薄膜磁気ヘッド用基板の製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】図6は、薄膜磁気ヘッド80の主要部斜視図である。本実施形態の薄膜磁気ヘッド80は、アルチック基板81と、アルチック基板81上に堆積された厚さ約3～約15μmの酸化アルミニウム層82と、酸化アルミニウム層82上に堆積されたFeAlSi合金膜85とを備えている。FeAlSi合金膜85中のFe、Al、およびSiの含有量は、それぞれ、85.0重量%、5.5重量%、および9.5重量%であり、FeAlSi合金膜85はセンダスト膜として機能する。本実施形態でのFeAlSi合金膜85の厚さは、2μmである。なお、FeAlSi合金膜85の磁化困難軸は、図6の矢印cで示される方向を向いている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】この薄膜磁気ヘッド80は、MR素子87の下方に前述の薄膜磁気ヘッド用基板100と同様の構成を有しているため、製造プロセス、実装プロセスまた

は使用時において、アルミナチタンカーバイド基板と酸化アルミニウム層との界面で剥離が生じる等の問題が生じない。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】符号の説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【符号の説明】

10 アルチック基板  
12 表面改質層  
20 酸化アルミニウム層  
30 チャンバ  
32 基板ホルダ（電極）  
34 ターゲット  
35 バッキングプレート（電極）35  
36 シャッタ  
37 防着板  
42 供給パイプ  
44 排気パイプ  
52、54 電源  
56、58 マッチングボックス  
80 薄膜磁気ヘッド  
81 アルチック基板  
82 酸化アルミニウム層  
85 FeAlSi合金膜  
86 ギャップ  
87 MR素子  
88 ボトムボール  
89 書き込みギャップ  
90 トップボール  
91 コイルパターン  
92 オーバーコート  
100 薄膜磁気ヘッド用基板  
200 スパッタ装置（薄膜磁気ヘッド用基板の製造装置）

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**